

Bagian I

Overview Simulasi

Analisis Sistem dan Desain







- Apa yang dimaksud dengan sistem
Sekumpulan element yang dengan fungsinya masing-masing bekerja untuk mencapai tujuan tertentu.
- Contoh Sistem
 - Ekosistem
 - Sistem Traffic
 - Sistem Politik
 - Sistem Ekonomi
 - Sistem Manufaktur
 - Sistem Servis
- Elemen Sistem
 - Entities
 - * Costumer
 - * Product
 - * Document
 - Aktivitas
 - * Proses entity (chek-in, treatment, inspection, fabrication, dll)
 - * Perpindahan entity
 - * Set-up Resource
 - * Maintenance dan repair Resource

Tipe-tipe Model

1. Model Simbolik
2. Model Analitik
3. Model Simulasi

- **Model Simbolik**

Simbol standar untuk aliran proses

Simbol	Deskripsi
	Operasi
	Transportasi
	Storage
	Delay
	Inspeksi
	Aktivitas Gabungan

Kelemahan :

- Tidak detail
- Tidak menghasilkan ukuran kuantitatif dari performansi sistem
- Tidak dapat memperlihatkan kedinamisan sistem

• **Model Analitik**

Formulasi matematik untuk sebuah solusi kuantitatif.

Contoh :

Ingin mengestimasi jumlah (n) dari entity dalam sistem dari sebuah single server dan single input dalam teori antrian di mana jumlah entity yang datang ke sistem antrian adalah berdistribusi Poisson, dan distribusi waktu servisnya adalah berdistribusi eksponential !

$$N = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Kelemahan :

- Perlunya beberapa asumsi
- Jika banyak variabel random dan sistemnya semakin kompleks sulit dibuat model Analitiknya.

Actual performance goals

- Maintain agar utilitas paling sedikit 80 %.
- Menjaga WIP level lebih kecil dari 50 unit.
- Menjaga annual operating cost tidak bertambah diatas 10 %.
- Menjaga agar waiting times dibawah 15 unit.

Pendekatan Sistem

Disain sistem yang baru atau memperbaiki sistem yang sudah ada membutuhkan identifikasi performance atau tujuan dari sistem atau elemen-elemen dari suatu sistem.

Hal ini membutuhkan pengertian bagaimana elemen dari sistem berinteraksi mencapai tujuannya.

Model

Karakteristik model yang baik

- Elemen sistem yang masuk ke model adalah yang langsung berhubungan dengan problem.
- Valid (Akurasi dalam mempresentasikan sistem)
- Mudah dimengerti.
- Mudah dimodifikasi dan dikembangkan.

Resources

- Personel ➤ Equipment
- Space ➤ Tooling
- Energi ➤ Time ➤ Money

Control

- Rencana Proses
- Rencana Produksi
- Jadwal Kerja
- Kebijakan Maintenance
- Instruction Sheets
- Programmable Logic Controller

Performansi Sistem

- ◆ Cycle time ◆ Processing rate
- ◆ Resource Utilization ◆ Quality
- ◆ Value - added Time ◆ Cost
- ◆ Waiting Time ◆ Flexibility

Model Simulasi :

Teknik di mana hubungan sebab-akibat (cause and effect relationships) dari suatu sistem di-capture di dalam sebuah model komputer, untuk menghasilkan beberapa perilaku sesuai dengan sistem nyata.

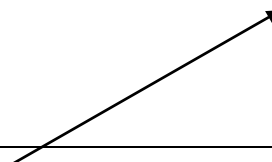
Kelemahan :

- Sulit untuk mengkontribusikan model real yang kompleks ke dalam model simulasi
- Sifatnya lebih deskriptif dibanding preskriptif

Perbandingan

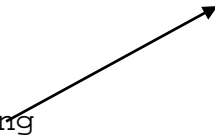
Deskripsi	Simbolik	Analitik	Simulasi
Perspektif	Tidak	Ya	Ya/Tidak
Kuantitatif	Tidak	Ya	Ya
Dinamik	Tidak	Tidak	Ya
Mudah digunakan	Ya	Ya/Tidak	Ya/Tidak
Fleksibel	Ya	Tidak	Ya
Model Randomness	Tidak	Tidak	Ya
Model Interdependen	Tidak	Ya/Tidak	Ya

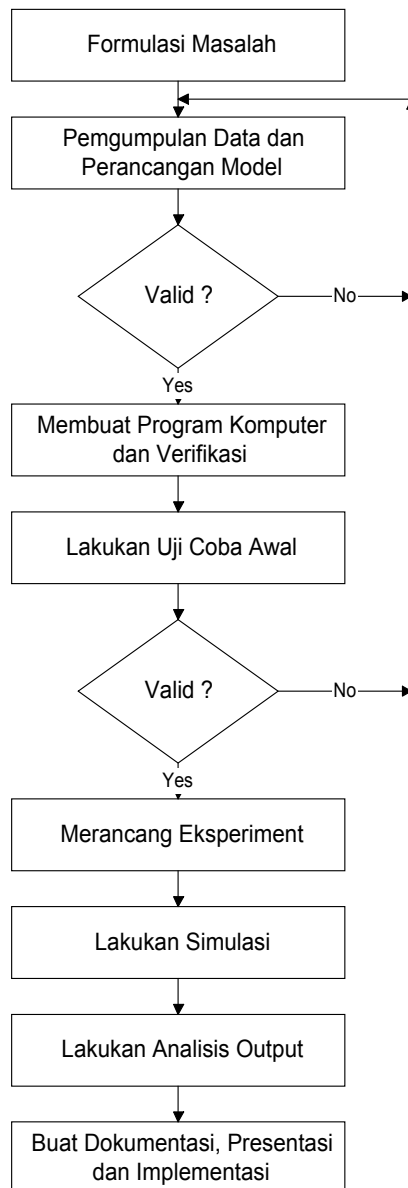
Simulation Modeling
(Evaluation and fine tuning)



Analytic Modeling
(Estimation of Requirement)

Symbolic Modeling
(Conceptualization and rough system)





Gambar 1: Tahap-tahap studi Simulasi
(Sumber: Simulation Modeling & Analysis, Averil M. Law)

Manfaat Simulasi

- Desain Sistem
- Manajemen sistem
- Pendidikan dan pelatihan (training)
- Marketing
- Public relations

Desain Sistem

- Memilih Metode
- Memilih Teknologi
- Optimasi
- Analisa Kapasitas
- Kontrol Keputusan Sistem

Manajemen Sistem

- Penjadwalan Produksi
- Penjadwalan Sumber Daya
- Penjadwalan Perawatan
- Prioritas Kerja
- Manajemen Aliran
- Manajemen Persediaan
- Manajemen Kualitas

Kapan Simulasi Digunakan

- Jika model matematis terlalu sukar atau tidak mungkin dibuat
- Sistem mempunyai satu atau lebih variabel Random
- Sistemnya Dinamis dan cenderung Kompleks
- Observasi performansi Sistem setiap saat.
- Kemampuan untuk memperlihatkan animasi penting

Keuntungan Simulasi

- Sistem yang kompleks dan variabilitas dapat di-account
- Dapat memodelkan berbagai macam tipe Sistem
- Dapat melihat performansi sistem setiap saat
- Dapat mengendalikan eksperimen
- Tidak merusak sistem nyatanya
- Mudah digunakan dan dimengerti
- Menstimulasikan interest dan partisipasi tim
- Memvisualisasikan realitas sistem
- Menunjang detail sebuah desain

Bagian II

Dasar-dasar Simulasi menggunakan ARENA

1. Kemampuan Umum

ARENA adalah paket simulasi general-purpose yang memiliki kemampuan untuk memodelkan :

Sistem Manufaktur :

- β Flowlines
- β Assembly Lines
- β Job Shop

- β AS/RS Warehousing
- β Fork Trucks
- β Automated Guided Vehicles (AGV)
- β Conveyors
- Sistem NonManufaktur :**
- β Paper Flow
- β Health Care (Rumah sakit)
- β Maintenance System
- β Computer Networks
- β Retail & Restaurant Facilities
- β Transportation & Logistic System
- β Business Process Reengineering (BPR)
- β dll.

2. Fungsi-Fungsi Dasar Dalam Arena

- β Arena adalah paket simulasi dalam '**a complete windowing system**'.
- β Pemodelan dengan Arena bersifat '**Object-oriented modeling**'.
- β Arena memberikan kemudahan untuk menggambarkan dan mendeskripsikan model dengan menggunakan blok-blok yang disebut **MODUL**.
- β Modul-modul ini dibedakan berdasarkan logika fungsinya kedalam 3 kelompok **PANEL** yang disebut **ARENA TEMPLATE**. Selain Arena Template, terdapat juga **SIMAN Template** (Blocks dan Elements) serta panel-panel dasar **DRAW** untuk menggambar background statis dan text, **ANIMATE** yang berisi fungsi-fungsi animasi, dan **RUN** untuk menjalankan dan mengendalikan simulasi serta melihat statistik hasil simulasi.
- β Untuk mempermudah membangun modelnya, Arena menggunakan **Graphical User Interface** (GUI) yang secara otomatis memberikan bentuk-bentuk pemodelan dengan mengurangi pekerjaan menulis/tik.

Konsep Template

Modul

Adalah sebuah konstruksi pemodelan independen yang digunakan untuk membangun bagian dari sebuah model simulasi lengkap.

Panel

Adalah satu set modul-modul yang dirancang untuk memodelkan sistem-sistem khusus.

Template

Adalah satu atau lebih panel yang merangkum semua konstruksi pemodelan yang dibutuhkan untuk memodelkan sistem-sistem khusus.

Template Pada Arena

Common Panel

- ◆ Terdiri dari fungsi-fungsi dasar untuk memodelkan semua sistem.
- ◆ Isinya meliputi aspek Logic dan Data Modules.
- ◆ Isinya merupakan modul-modul pemodelan tingkat tinggi (highest-level).

Transfer Panel

Terdiri dari alat transfer seperti Transporter dan Conveyor.

Support Panel

Terdiri dari modul-modul khusus dan konstruksi pemodelan tingkat rendah (Lower-level)

Animasi Dalam Arena

Pictures

Simbol yang digunakan untuk animasi entity. Setiap simbol memiliki nama atau gambar yang unik. Begitu sebuah entity selesai diproses, gambarnya dapat diubah menjadi sebuah simbol baru. "Picture" dapat didefinisikan sebagai sebuah atribut.

Resources

Simbol resource dapat berubah untuk menunjukkan statusnya (idle, busy, inactive). Status resource ini sifatnya user-defined.

Queues Dan Storages

Simbol area menunggu (tempat antrian) digunakan untuk menunjukkan tempat setiap entity mengantri. Queues berwarna biru muda dan Storage berwarna biru tua dan berbentuk T.

Routes

Digunakan untuk menggambarkan path (arah) yang diikuti oleh aliran entity dari satu station ke station lainnya.

Transporters, Distances, Dan Links

- Animasi transporter memperlihatkan gerakan 'free-path' transporter dari satu station ke station lainnya, atau 'guided' transporter dari satu 'intersection' ke 'intersection' lainnya.

- Untuk 'free-path' transporter, **Distances** dalam panel Transfer digunakan untuk mendefinisikan path yang diikuti oleh transporter dalam animasi antar dua station.
- Untuk 'guided' transporter, digunakan **Links** (dalam network) untuk menyatakan path yang diikuti oleh transporter antar intersection. Guided transporter akan mengikuti path terpendek (shortest path) dalam network.

Conveyors Dan Segments

Conveyor (accumulating atau non-accumulating) dapat dianimasi dengan mendefinisikan path yang diikuti oleh entity dengan menggunakan modul Segmen untuk menghubungkan antar dua station dan jaraknya.

Analisis Statistik

- Arena dilengkapi dengan kemampuan untuk melakukan uji distribusi dari waktu proses, waktu antar kerusakan mesin, loading/unloading time, dll, yang akan digunakan sebagai input ke dalam model simulasi.
Untuk menguji distribusi dari data statistik digunakan Input Processor. Buat data menggunakan ASCII text file dengan format bebas (misal dengan text editor, word processor, atau spreadsheet). Setiap data dipisahkan oleh satu atau lebih blank space, tabs atau linefeeds. Penamaan filenya dengan menggunakan extension dst [namafile.dst].
- Arena juga mampu untuk men-generate suatu distribusi.
- Jenis-jenis distribusi dan formatnya:
 - ⇒ EXPONENTIAL(mean) atau EXPO(mean), untuk waktu antar kedatangan, waktu antar kerusakan mesin,, dll.
 - ⇒ NORMAL(mean,stdev) atau NORM(mean,stdev), untuk waktu proses, perbaikan mesin, dll.
 - ⇒ TRIANGULAR(min,mode,max) atau TRIA(min,mode,max) untuk waktu proses, dll.
 - ⇒ UNIFORM(min,max) atau UNIF(min,max).
 - ⇒ ERLANG(mean,k) di mana mean = exponential mean dan k = parameter Erlang.
 - ⇒ GAMMA(beta,alpha) di mana beta = scale parameter dan alpha = shape parameter.

- ⇒ LOGNORMAL(mean, stdev) di mana mean = lognormal mean dan stdev = lognormal standard deviation.
- ⇒ POISSON(mean)
- ⇒ WEIBULL(beta, alpha) di mana beta = scale parameter dan alpha = shape parameter.
- ⇒ DISCRETE (P1, V1, P2, V2, ...) di mana Pk = cumulative probability dan Vk = values of independent random variable.
- ⇒ dll.

- Modul **STATISTICS** digunakan untuk mendefinisikan statistik yang akan dicatat selama simulasi dan hasilnya ditulis oleh *Arena Output Processor*
- Analisis statistik yang digunakan untuk output simulasi dibagi menjadi 5 jenis; Time Persistent, Tallies, Counters, Outputs, dan Frequencies.
 1. Time Persistent Statistic digunakan untuk mencatat sample mean, coefficient of variation, minimum, maximum, dan final value. Perhitungannya bersifat time-weighted, misalnya mean berhubungan dengan nilai variabel dan waktu yang dicatat dalam nilai mean tersebut.
Contoh statistik jenis ini adalah *utilisasi resource, panjang antrian, level inventory*.
 2. Tally Statistics digunakan untuk memperoleh observational statistic.
Meliputi nilai-nilai sample mean, coefficient of variation, minimum, maximum, dan jumlah observasi. Perhitungannya tidak melibatkan masalah waktu saat kapan suatu observasi terjadi.
Contoh statistik ini adalah untuk *flowtime*.
 3. Counter digunakan untuk memperoleh count-based statistics.
Contohnya untuk menghitung jumlah produk yang selesai diproses, banyaknya part yang di-rework, jumlah terjadinya kerusakan mesin, dll.
 4. Outputs mendefinisikan semua EXPRESSION di mana nilai-nilainya akan dicatat dalam summary report pada setiap replikasi.
 5. Frequencies digunakan untuk mencatat frekuensi terjadinya variabel dari time-persistent atau expression.
- β Masalah yang penting dalam pencatatan statistik adalah mengusahakan agar nilai yang diperoleh merupakan output dari sistem dalam kondisi steady state. Dalam kondisi ini varians akan sangat kecil sehingga dapat

mereduksi banyaknya replikasi yang harus dilakukan.

- β Kondisi steady state dapat diidentifikasi dengan cara menjalankan simulasi kita dalam satuan waktu simulasi yang cukup lama kemudian mengamati plot statistik tertentu. Nilai yang relatif flat menunjukkan saat sistem bersangkutan telah mencapai steady state. Misalnya pengamatan terhadap flowtime, throughput, dll.

Bagian III Common Panel 1

Komponen Model Dalam Arena:

- Entityes
- Resources
- Control Logic
- Statistics.

Jenis-jenis entity:

- Physical Object: part atau produk, paperwork, customer, pasien, dll.
- Logical Entityes: failure control, requests, system control, staff break, etc.

Jenis-jenis Resources:

- Resource terbatas (constrained resources): mesin-mesin, ruangan (space), meja, bed rumah sakit, dll.
- Material Handling: forklift, truck, AGV, conveyor, kursi roda, dll.
- Staffing: operator, dokter, waiters, material handlers, dll.

Jenis-jenis Control Logic:

- Order release
- Dispatching
- Sequencing
- Assembly
- Queue priority
- Resource priority

Jenis-jenis Statistik:

- Resource Utilization: busy, idle, failed, etc.
- Waiting Time: queue, material handling, assembly, etc.
- Cycle Time: throughput, area, resource, etc.
- Production Rates: product, area, shift, etc.
- Performance: due dates, inventory, overtime, etc.

Konsep dan Terminologi

E n t i t i

- ◆ Entity dapat berupa orang, object, atau sesuatu yang bergerak dan berpindah tempat melalui sistem yang menyebabkan perubahan status sistem.
- ◆ Contoh: customer yang mendatangi restoran, part yang diproses di suatu mesin.

Atribut Entity

- ◆ Di dalam sistem, mungkin terdapat beberapa jenis entity, masing-masing memiliki karakteristik unik yang disebut atribut.
- ◆ Atribut merepresentasikan nilai yang didefinisikan yang berhubungan dengan sebuah entity, misalnya tipe customer, ukuran produk, waktu kedatangan job, dll.
- ◆ Setiap entity memiliki sejumlah atribut yang sama tetapi mungkin dengan nilai yang berbeda-beda (setiap orang memiliki warna rambut (atribut) tetapi ada yang pirang (nilai atribut), hitam, dll).
- ◆ Perubahan entity hanya dipengaruhi perubahan pada atributnya.

Variabel Dan Ekspresi (Expressions)

- ◆ Satu set nilai yang dapat berubah dan merupakan representasi dari nilai-nilai yang menjabarkan keadaan dari sistem dan bukan karakteristik sebuah entity.
- ◆ Variabel berupa nilai real, sedangkan ekspresi berupa distribusi atau simbol nama.
- ◆ Variabel dapat di-assign selama runtime (dalam model atau interactive debugger). Sedangkan ekspresi tidak dapat diassign selama runtime.
- ◆ Contoh: arrival rate, current inventory level, jumlah job dalam sistem, dll.

S t a t i o n

- ◆ Station digunakan untuk merepresentasikan area tempat berlangsungnya suatu proses dalam sistem yang kita modelkan.
- ◆ Dengan station menjadikan upaya pemodelan lebih mudah (manageable), menjadi kerangka (framework) untuk mengendalikan aliran entity, dan menjadi alat untuk memodelkan perpindahan entity.
Contoh : machining area, service counter, gudang, dll.

R e s o u r c e s

- ◆ Resource adalah sebuah atau beberapa constrain (obyek) identik, disebut unit resource, yang dialokasikan untuk entity.
- ◆ Kapasitas resource dinyatakan dengan banyaknya resource yang identik.
- ◆ Resource dapat berupa mesin-mesin, orang, area penyimpanan.

Q u e u e

- ◆ Area menunggu di mana gerakan dari entity dihentikan untuk sementara.
- ◆ Contoh : komponen-komponen yang menunggu untuk diproses pada mesin yang sedang sibuk.

R o u t e

- ◆ Adalah jalur/arrah pergerakan dari entity dari suatu station ke station lainnya.
- ◆ Routing mengasumsikan bahwa pergerakan entity dari station ke station lainnya memerlukan WAKTU.

S c h e d u l e

- ◆ Di dalam sistem, kapasitas sebuah resource pada setiap saat dapat berubah (bervariasi).
- ◆ Schedule didefinisikan oleh suatu urutan nilai berpasangan yang menyatakan kapasitas resource dan durasinya.
Contoh : sebuah mesin mempunyai kapasitas 3 selama 480 unit waktu, diikuti oleh kapasitas 1 untuk 360 unit waktu.

The Common Panel Logic Modules

Arrive	: untuk meng-create kedatangan entity ke dalam sistem.
Depart	: untuk men-dispose entity yang meninggalkan sistem.
Server	: untuk menyatakan resource dan pembatas resource
Inspect	: memberikan kemampuan membagi status entity (sebagai fraksi yang baik, rusak atau rework) untuk suatu alternatif modul.
Advanced Server	: memberikan tambahan kemampuan diluar server dasar (Enter + Process + Leave).
Process	: bagian constrained resource dari Advanced server
Enter	: bagian entry dalam Advanced server.
Leave	: bagian keluar dari Advanced server.

The Common Panel Data Modules

Expressions	: dapat digunakan untuk pendefinisian umum dari ekspresi-ekspresi (global definition of expressions).
Queue	: untuk pendefinisian tambahan queue.
Recipes	: untuk spesifikasi data lokasi dependen (specification of location-dependen data)
Resource	: untuk penambahan definisi dari resource-resources
Sequences	: untuk spesifikasi sequence dari entity.
Sets	: memberikan kemampuan untuk mendefinisikan set resource-resource, queue, dll.
Simulate	: pendefinisian nama project, eksperimentasi dan informasi-informasi lain yang relevan.
Statics	: memberikan kemampuan untuk mendefinisikan dan request tambahan statistics.
Storage	: untuk mendefinisikan storage tambahan.
Variables	: untuk mendefinisikan global variabel.

LATIHAN I : One Job - Single Server

Sasaran:

1. Mengetahui prinsip-prinsip dasar pembuatan model simulasi dengan ARENA.

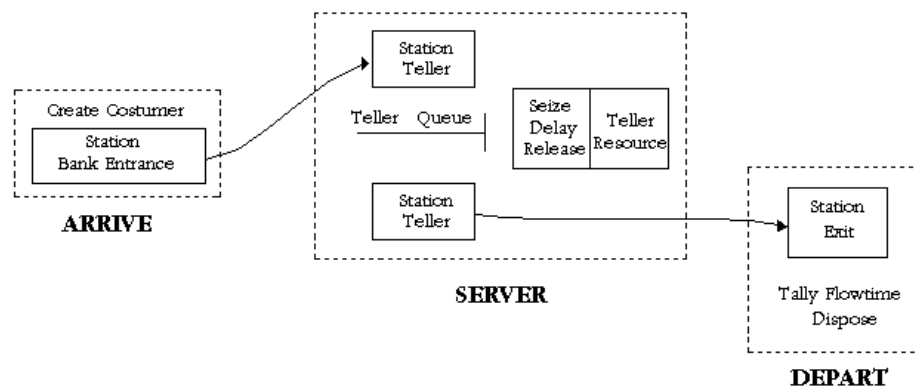
2. Dapat menggunakan modul-modul dasar ARENA
3. Dapat menggunakan common panel.

Customer datang ke Bank dan masuk antrian dan menunggu untuk dilayani seorang teller. Waktu antar kedatangan customer berdistribusi Exponential dengan mean 5 menit. Waktu transaksi dengan teller berdistribusi normal dengan mean 3 menit dan standar deviasi 1 menit. Travel time dari pintu masuk ke antrian di depan teller dan dari teller ke pintu keluar masing-masing 1 menit. Berapakah Utilisasi teller, customer flowtime, dan panjang antrian pada teller. Jalankan simulasi selama 960 menit.

Strategi Pemodelan:

1. Gunakan modul ARRIVE untuk men-generate kedatangan customer.
2. Gunakan modul SERVER untuk memodelkan supervisor.
3. Gunakan modul DEPART untuk mengeluarkan customer dari sistem
4. Gunakan modul ROUTE dari panel Animate untuk membuat jalur perpindahan customer.

Konsep Model



1. The Arrive Module

ENTER DATA

STATION : nama station atau lokasi

ARRIVAL DATA

BATCH SIZE : banyaknya entity yang datang setiap satuan waktu

FIRST CREATION : waktu saat kedatangan entity pertama

TIME BETWEEN : waktu antar kedatangan

MAX BATCHES : maksimum banyaknya batch yang datang

MARK ATTRIBUTE : nama atribut yang akan ditandai oleh waktu kedatangan

LEAVE DATA

ROUTE : StNm: nama station
Seq: sequence
Expr: ekspresi
STATION : station berikutnya yang diikuti sesuai route
ROUTE TIME : travel time

2. The Server Module**ENTER DATA**

LABEL : nama label modul
STATION : nama station

SERVER DATA

RESOURCE : nama resource
CAPACITY TYPE : kapasitas atau schedule
CAPACITY : banyaknya resource
RESOURCE STATISTICS : statistik utilisasi resource (ON/OFF)
PROCESS TIME : waktu proses atau inspection
ANIMATE : pilihan-pilihan untuk animasi entity.

LEAVE DATA

ROUTE - StNm : nama station yang diikuti sesuai route
ROUTE TIME : travel time

3. The Depart Module

LABEL : nama label modul
STATION : nama station
INDIVIDUAL TALLY
TALLY : nama untuk output report
INTERVAL : interval waktu dari atribut yang ditandai (lihat Mark Attribute pada modul Arrive).
ATTRIBUTE : nama atribut yang ditandai (marked attribute)

4. The Simulate Module**PROJECT**

TITLE : nama project
ANALYST : nama pembuat model
DATE : tanggal pembuatan model

REPLICATE

NUMBER OF REPLICATION: banyaknya replikasi
BEGINNING TIME : waktu saat mulai replikasi pertama
LENGTH OF REPLICATION : lamanya setiap replikasi
INITIALIZE SYSTEM: inisialisasi sistem -- antar setiap replikasi (On/Off)

INITIALIZE STATISTICS: inisialisasi pencatatan statistik -- antar setiap replikasi (On/Off)
WARM-UP PERIOD : waktu offset untuk clear statistik

LATIHAN 2a : Two Job - Single Server

SASARAN :

Untuk membuat model simulasi dengan tipe job lebih dari satu.

Ada dua tipe job yang harus diproses pada sebuah mesin. Waktu antar kedatangan berdistribusi Exponential dengan mean 10 menit untuk job 1 dan 6 menit untuk job 2. Waktu proses berdistribusi Uniform antara 2 dan 6 menit untuk job 1 dan antara 1.5 dan 4.5 menit untuk job 2.

Berapakah flow time dan jumlah job yang selesai dikerjakan untuk setiap tipe job selama 8 jam kerja ?

STRATEGI PEMODELAN :

1. Gunakan ARRIVE modul untuk men-generate kedatangan job dan tipe job.
2. Gunakan SERVER modul untuk memodelkan mesin.
3. Gunakan DEPART modul untuk memodelkan selesainya job.

LATIHAN 2b : Two job-Multi Server with Independent Arrival

Job A dan job B harus diproses pada suatu shop yang terdiri dari Mesin 1, Mesin 2 dan seorang Operator. Job A diproses oleh Mesin 1 dan job B oleh Mesin 2 kemudian job A dan B diproses manual oleh Operator. Travel time dari dan menuju Mesin 1 dan Mesin 2 masing-masing 5 menit.

Setiap job yang selesai dikerjakan lalu masuk 'buffer storage' sampai Operator siap memproses kedua jenis job tersebut. Buffer storage mempunyai kapasitas 4 unit. Setelah selesai diproses oleh Operator kemudian masuk ke gudang yang memerlukan travel time 5 menit.

Waktu antar kedatangan job A adalah berdistribusi Exponential dengan mean 8 menit, job B berdistribusi Exponential dengan mean 17 menit. Waktu proses di Mesin 1 adalah

UNIF(8,12) , pada Mesin 2 UNIF(7,13) dan waktu proses oleh Operator TRIA(5,9,11).

Hitung utilisasi mesin, Operator, flowtime, dan jumlah job yang menunggu pada Operator serta job yang selesai dikerjakan. Jalankan simulasi untuk 9000 menit.

Strategi Pemodelan

1. Gunakan ARRIVE untuk men-generate job A dan B secara terpisah.
2. Gunakan modul ENTER untuk masing-masing Mesin 1 dan Mesin 2 serta Operator
3. Gunakan modul PROCESS untuk Mesin 1 dan 2 dengan memberi nama *resource* yang berbeda dengan pada modul Enter. Kemudian pilih Option resource dengan memberi nama Buffer, dan Animate untuk Storage dengan nama Proses MS1 dan Proses MS2 (start processing) dan Block MS1 dan Block MS2 (leave for next station)
4. Gunakan modul PROCESS untuk Operator tanpa *animate*.
5. Gunakan modul LEAVE untuk keluarnya job dari Operator menuju gudang.
6. Gunakan modul DEPART untuk gudang.
7. Gunakan modul RESOURCE untuk Buffer.

LATIHAN 3 : One Job - Multi Server with Inspection

SASARAN :

1. Dapat memodelkan sistem dengan server lebih dari satu
2. Dapat memodelkan proses inspeksi untuk memilah status entity.

Customer datang ke Bank dan masuk antrian dan menunggu untuk dilayani seorang teller. Teller memeriksa transaksi kemudian memutuskan apakah customer harus menghadap supervisor atau selesai dan keluar dari Bank. Jika customer harus menghadap supervisor maka customer pergi menemui seorang supervisor, setelah selesai kemudian ia kembali ke antrian teller tadi untuk mengulangi transaksinya lalu keluar dari Bank.

Waktu antar kedatangan customer berdistribusi Exponential dengan mean 5 menit. Travel time dari pintu masuk ke antrian di depan teller dan dari teller ke pintu keluar masing-masing 1 menit. Waktu transaksi dengan teller

berdistribusi normal dengan mean 3 menit dan standar deviasi 1 menit.

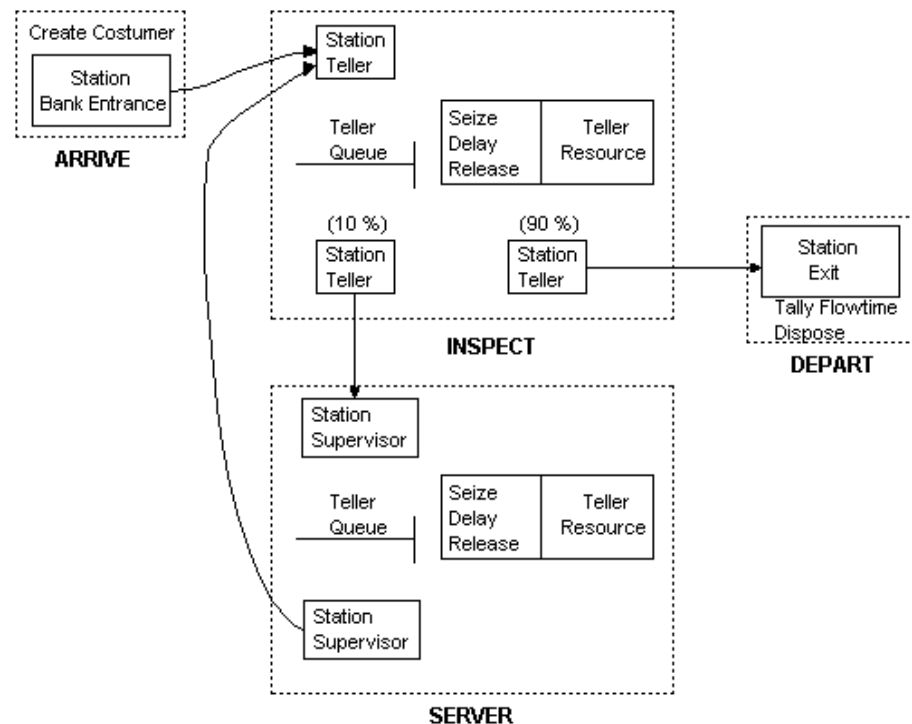
Customer yang harus menemui supervisor adalah 10 %. Travel time ke dan dari supervisor adalah 1.5 menit, dan waktu proses supervisor mengikuti distribusi Triangular(12,15,20).

Berapakah Utilisasi teller dan Supervisor, customer flowtime, dan panjang antrian pada teller. Jalankan simulasi selama 960 menit.

STRATEGI PEMODELAN:

1. Gunakan modul ARRIVE untuk men-generate kedatangan customer.
2. Gunakan modul INSPECT untuk memodelkan teller dan menentukan customer mana yang harus menemui supervisor.
3. Gunakan modul SERVER untuk memodelkan supervisor.
4. Gunakan modul DEPART untuk mengeluarkan customer dari sistem
5. Gunakan modul ROUTE dari panel Animate untuk membuat jalur perpindahan customer.

Konsep Model



The Inspect Module

ENTER DATA

LABEL : nama label modul

STATION : nama station

SERVER DATA

RESOURCE : nama resource

CAPACITY TYPE : kapasitas atau schedule

CAPACITY : banyaknya resource

RESOURCE STATISTICS: statistik utilisasi resource (On/Off)

PROCESS TIME : waktu proses atau inspection

FAILURE PROBABILITY: fraksi yang gagal hasil dari inspection

ANIMATE : pilihan-pilihan untuk animasi entity

PASS INSPECTION LEAVE DATA

ROUTE - StNm : nama station yang sesuai rute bagi entity yang tidak gagal (pass).

ROUTE TIME : travel time

FAIL INSPECTION LEAVE DATA

ROUTE - StNm : nama station yang sesuai rute bagi entity yang gagal (fail).

ROUTE TIME : travel time

LATIHAN 4_ : One job - Multi Server with Schedule

SASARAN :

1. Dapat membuat pemodelan bagi kasus dengan server yang lebih dari satu
2. Dapat memahami proses jika terdapat mesin yang identik
3. Dapat membuat pemodelan untuk mesin yang memiliki jadwal perawatan tetap.

Part memasuki sistem dan menuju ke Station 1 untuk diproses oleh Mesin 1, lalu diproses di Station 2. Pada station 2, part diproses oleh 1 dari 2 mesin yang identik. Setelah itu part masuk gudang (keluar dari sistem).

Waktu antar kedatangan part berdistribusi Exponential dengan mean 12 menit.

Waktu proses pada setiap mesin adalah sebagai berikut (menit):

Mesin 1 UNIF(9,13)

Mesin 2 NORM(18,3)

Mesin 1 memerlukan maintenance selama 15 menit setiap 4 jam.

Waktu transfer menuju Station 1 adalah 1 menit dan dari Station 1 ke Station 2 adalah 1.5 menit. Sedangkan dari Station 2 ke gudang 1 menit.

Berapakah Utilisasi untuk ketiga mesin tersebut, panjang antrian pada setiap mesin,

flowtime, dan banyaknya part yang selesai dikerjakan.

Strategi Pemodelan:

1. Gunakan SCHEDULE pada Capacity Type (modul server) untuk memodelkan maintenance mesin.
2. Gunakan CAPACITY pada modul Server untuk menyatakan banyaknya mesin yang identik.

LATIHAN 5 : One job-Multi Server with Machine Breakdown

Sasaran :

1. Dapat membuat pemodelan bagi kasus dengan server yang lebih dari satu
2. Dapat membuat pemodelan untuk mesin yang memiliki jadwal perawatan tetap.
3. Dapat memodelkan kerusakan mesin dengan memperhatikan waktu antar kerusakan dan lamanya perbaikan.

Part memasuki sistem dan menuju ke Station 1 untuk diproses oleh Mesin 1, lalu diproses di Station 2. Pada station 2, part diproses oleh 1 dari 2 mesin yang identik. Dari Station 2 kemudian part menuju Station 3 untuk diproses pada Mesin 3. Setelah itu part masuk gudang (keluar dari sistem).

Waktu antar kedatangan part berdistribusi Exponential dengan mean 12 menit.

Waktu proses pada setiap mesin adalah sebagai berikut (menit):

Mesin 1	UNIF(9,13)
Mesin 2	NORM(18,3)
Mesin 3	NORM(10,2)

Mesin 1 memerlukan maintenance selama 15 menit setiap 4 jam.

Mesin 3 mempunyai pola waktu antar kerusakan yang berdistribusi Exponential dengan mean 6 jam, dan memerlukan waktu perbaikan yang berdistribusi NORM(15,3) menit.

Waktu transfer menuju Station 1 adalah 1 menit, dari Station 1 ke Station 2 adalah 1.5 menit, dan dari Station 2 ke Station 3 adalah 2 menit. Sedangkan dari Station 3 ke gudang 1 menit.

Berapakah Utilisasi untuk keempat mesin tersebut, panjang antrian pada setiap mesin, flowtime, dan banyaknya part yang selesai dikerjakan.

Strategi Pemodelan:

1. Gunakan SCHEDULE pada Capacity Type (modul server) untuk memodelkan maintenance mesin.

2. Gunakan CAPACITY pada modul Server untuk menyatakan banyaknya mesin yang identik.
3. Gunakan DOWNTIMES (individual units) untuk memodelkan kerusakan mesin berdasarkan waktu antar kerusakan dan lamanya perbaikan pada modul Server.

Bagian IV **Common Panel 2**

Konsep dan Terminologi

S e t s

- ◆ Sets memberikan jalan bagi kita untuk mengelompokkan beberapa elemen yang sejenis dan mereferensikannya melalui sebuah nama dan index yang unik
- ◆ Sets mungkin digunakan untuk mengelompokkan station-station, antrian, resources, gambar, storage, counters, tallies, dll.
- ◆ Setelah mendefinisikan sebuah set, setiap anggota dalam set mungkin diberi referensi oleh nama set dan index atau mungkin direferensikan secara terpisah.
- ◆ Contoh: satu set resource diberi nama "First Shift Workers" terdiri dari resource-resource Mary, Bob, Jane, dan Dave.

Special-Purpose Attribute

- ◆ Atribut dengan arti/maksud yang didefinisikan (pre-defined meanings):
 - NS : nomor kumpulan sequence
 - IS : indeks dari kumpulan sequence (Inisialisasi, NS = 0 dan IS = 0 untuk setiap entity baru)
 - Nilai dari IS secara otomatis diupdate ketika entity dipindahkan sesuai urutan sequence.
 - M: lokasi station (nomor station) sekarang di mana entity berada.
(Nilai M secara otomatis akan diupdate ke nomor station tujuan ketika sebuah entity meninggalkan ROUTE.

Sequences

- ◆ Urutan station yang dilalui oleh entity, sesuai dengan atribut dan/atau statik assignment yang dibuat pada setiap station dalam sequence
- ◆ Sama dengan PROCESS PLAN
- ◆ Sebuah special-purpose atribut NS mendefinisikan kumpulan sequence mana yang harus digunakan.
- ◆ Special-purpose attribute IS mendefinisikan posisi entity sekarang atau index didalam set sequencenya.
- ◆ Pada saat entity keluar [ROUTEd], [TRANSPORTEd], atau [CONVEYed] dan [SEQUence], set dari sequence entity dipakai untuk menentukan ke station mana entity tersebut dipindahkan.

Latihan 6 : Job Shop Problem

Sasaran :

1. Dapat melakukan pemodelan sistem yang bersifat jobshop
2. Dapat menggunakan modul-modul khusus Sets dan Sequence untuk efisiensi pemodelan.

Sebuah shop terdiri dari 6 mesin (Casting, Lathe, Planer, Drill Press, Shaper, dan Polishing) untuk memroses 3 tipe job. Waktu antar kedatangan job berdistribusi Exponential dengan mean 30 menit. Seluruh waktu proses berdistribusi Exponential. Waktu transportasi antar setiap mesin diasumsikan sama 5 menit. Setiap tipe job mempunyai urutan pengerjaan dan waktu proses (dalam menit) yang berbeda, seperti pada tabel berikut:

Tipe job	Persentase job	Machine sequence	Rata-rata waktu proses
1	24	Casting	55
		Planer	35
		Lathe	20
		Polishing	60
2	44	Shaper	40
		Drill Press	50

		Lathe	65
3	32	Casting	45
		Shaper	25
		Drill	30
		Press	
		Planer	30
		Polishing	25

Catatlah statistik mengenai Utilisasi mesin, Jumlah job yang menunggu pada setiap queue, total flowtime, dan flowtime untuk setiap tipe job. Jalankan simulasi selama 8 jam kerja.

Strategi Pemodelan:

1. Gunakan modul ARRIVE untuk men-generate kedatangan 3 tipe job dengan mengisi option ASSNMTS dan Assignment Type dengan special-purpose variable NS. Pilih Set Member dengan nama set gambar JOBSET dan SET INDEX berdasarkan nomor Sequence NS.
2. Gunakan modul SERVER untuk memodelkan setiap mesin dengan mengisi Process Time menggunakan variable 'waktu proses' dan Animate untuk perubahan gambar job berdasarkan Set Member JOBSET dan Set Index berdasarkan nomor Sequence NS.
3. Gunakan SETS untuk membuat set tipe job dengan dibedakan melalui gambar job melalui option PICTURES dan nama set JOBSET serta nama gambar Job1, Job2, dan Job3.
4. Gunakan modul SEQUENCES untuk membuat urutan atau tahap-tahap proses/mesin untuk setiap job.
5. Gunakan modul RECIPES untuk waktu proses setiap mesin dengan option static diberi ekspresi ''Waktu Proses'' dan Values sesuai dengan waktu proses pada mesin yang bersangkutan.
6. Gunakan modul DEPART untuk memodelkan stasion Shipping

Bagian V Transfer Panel

Konsep dan Terminologi

TRANSPORTER

- Suatu alat untuk memindahkan entity dari satu stasiun ke stasiun lain.
- Dapat digunakan untuk mewakili material handling atau alat transfer seperti sebuah truck atau personil yang memindahkan entity. Transportasi penting dalam modeling sebuah sistem.
- Entity dipindahkan dari satu sistem ke sistem yang lain dengan sebuah transporter.
- Entity Free Transportation ketika transporter tidak dibutuhkan.
- Transporter harus didefinisikan menggunakan transportasi model pada transporter panel.
- Jarak travel harus didefinisikan menggunakan distance modul pada transporter panel.

CONVEYORS

- Alat yang memindahkan entity dari satu stasiun ke stasiun yang lain.
- Entity Access Conveyors untuk memperoleh sebuah space pada Conveyors.
- Entity dipindahkan dari satu stasiun ke stasiun yang lain dengan sebuah Conveyors.
- Entity Exit Conveyors ketika Entity di removed dari Conveyors
- Conveyors harus didefinisikan menggunakan Conveyors model pada transporter panel.
- Jadwal travel harus didefinisikan menggunakan segment model pada transporter panel.

ANIMATION CONCEPTS

Paths

Pergerakan tak terbatas diwakili oleh Paths antar stasiun.

Distances

Transporter dapat dianimasi dengan mendefinisikan semua jarak travel antara semua stasiun di mana free-path transporter dapat dikunjungi.

Links

Penunjuk *transporter path* yang mewakili semua seri dari *link* antar *intersection*.

Segments

Sebuah conveyor path diwakili oleh suatu rangkaian segments yang saling berhubungan, di mana setiap segments merupakan hubungan langsung antara dua stasiun.

LATIHAN 7 : Transporter Problem

Sasaran :

Dapat memodelkan sistem yang menggunakan alat transportasi khusus

Part-part diproses pada fasilitas mesin tunggal dengan waktu antar kedatangan berdistribusi eksponensial dengan rata-rata 33 menit. Part-part tersebut ditransfer dari pintu masuk ke mesin dan diletakkan dalam suatu antrian untuk diproses dan diperiksa. 60% dari part tersebut melewati pemeriksaan dan kemudian dikirim ke warehouse. Part yang rusak dikirim ke bagian repair di mana ada seorang repairman yang akan memperbaiki semua part yang rusak, kemudian dikirim warehouse.

Waktu proses dan pemeriksaan pada mesin adalah Triangular(24, 26, 28) dan waktu repair adalah Triangular (26, 28, 30).

Semua part dipindahkan dengan fasilitas fork-truck. Ada dua trucks di dalam sistem dan semua truck dialokasikan untuk part. Dibutuhkan waktu 1 menit untuk loading sebuah part ke fork-truck dan 0,5 menit untuk unloading sebuah part dari fork-truck. Setiap 4 jam, salah satu dari fork-trucks di recharged di ware house selama 1 jam. Kecepatan fork-truck adalah 10 feet/menit.

Matriks dibawah ini mendefinisikan jarak antara 4 area fasilitas :

From	To	Jarak (feet)
Entrance	Machine	100
	Warehouse	200
	Repair area	100
Machine	Warehouse	100
	Repair area	75
Ware house	Repair area	75

Kumpulkan Statistik pada mesin dan utilitas repairman, flowtime dari part dan utilitas transporter. Akhirnya tentukan jumlah total

dari part yang masuk ke warehouse dalam 10.000 menit.

Strategi Pemodelan

1. Gunakan modul Arrive untuk dapat men-generate kedatangan part.
2. Gunakan modul Inspect untuk memodelkan bagian inspection untuk memeriksa part.
3. Gunakan modul Server untuk memodelkan seorang repairman.
4. Gunakan modul Dist pada tranfer panel untuk mendefinisikan semua jarak travel antara semua stasiun di mana free-path transporter dapat dikunjungi.
5. Gunakan modul Transp pada transfer panel untuk memodelkan alat transportasi yaitu Fork-truck.
6. Gunakan modul Depart untuk memodelkan warehouse.

LATIHAN 8: Problem Conveyor

Ubah transporter problem dengan menggantikan fork-truck dengan 4 buah conveyor. Kecepatan gerak conveyor adalah 10 feet permenit. Kumpulkan Statistik rata-rata jumlah part pada tiap conveyor kemudian run simulasi selama 10.000 menit.

Strategi Pemodelan

1. Gunakan model Arrive untuk dapat men-generate kedatangan part.
2. Gunakan modul Inspect untuk memodelkan bagian inspection untuk memeriksa part.
3. Gunakan modul Server untuk memodelkan seorang repairman.
4. Gunakan model Segm pada tranfer panel untuk menggambarkan rangkaian segmen yang menghubungkan dua stasiun yang berbeda.
5. Gunakan modul Convyr pada transfer panel untuk memodelkan alat alat transfer.
6. Gunakan modul Depart untuk memodelkan ware house.